Aus dem Physiologischen Institut der Universität Bern
Direktor Prof. Dr. A. von MURALT

Zur Frage des Eiweissminimums

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Würde eines Doctor medicinae
der Universität Bern

vorgelegt von

Emil Rhyn
von Bollodingen, Kt. Bern

1941
Buchdruckerei K. J. Wyss Erben Aktiengesellschaft
Bern

Aus dem Physiologischen Institut der Universität Bern
Direktor Prof. Dr. A. von MURALT

Zur Frage des Eiweissminimums

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Würde eines Doctor medicinae
der Universität Bern

vorgelegt von

Emil Rhyn
von Bollodingen, Kt. Bern

1941
Buchdruckerei K. J. Wyss Erben Aktiengesellschaft
Bern

Auf Antrag des Hern Prof. Dr. Abelin
von der Medizinischen Fakultät zum Druck als Dissertation
genehmigt.

Bern, den 25. Juni 1941.

Der Dekan der Medizinischen Fakultät:

Bluntschli.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

INHALTSÜBERSICHT

Literatur 4

Einleitung 5

Zusammenstellung der benutzten Kost 6

Methodik 9

Ergebnisse 10

Die Erforschung des Eiweißstoffwechsels 16

Aeltere und neuere Ansichten über die Höhe des Eiweissbedarfes des Menschen 22

Die Kartoffel als Eiweiss- und Nährstoffquelle 28

Eiweissminimum und Kriegsernährung 29

Zusammenfassung 31

LITERATUR

(1) *Liebig*, J. v.: Chemische Briefe, 2. Auflage, 1851, Heidelberg.

(2) *Chittenden*, R. H.: Physiological Economy in Nutrition, New York, 1904.

(3) *Hindhede*, M.: Arch. f. Hyg. und Bakt. *22;* 235; 1939.

(4) *Röse*, C.: Zschr. ges. exper. Medizin *94;* 579; 1934.
— Schw. med. Wschr. *1931;* Nr. 23.
— Eiweissüberfütterung und Basen-Unterernährung, Dresden 1925.

(5) *Berg*, R.: Eiweissbedarf und Mineralstoffwechsel, Leipzig 1931.

(6) *Jansen*, W. K.: Münch. med. Wschr. *1918;* 1112; 1932, Nr. 45.
— Zschr. klin. Med. *88;* 221; 1919.

(7) *Geil*, vergl. *Grafe*, E.: Ergebn. d. Physiol. *21;* 1923.

(8) *Süsskind*, B.: Arch. f. Verdauungskr. *56;* 195; 1934.

(9) *Schmid*, E.: Leistungsfähigkeit bei eiweissknapper Ernährung, Bern, 1933.

(10) *Cuthbertson*, D. P. und Mitarb.: Biochem. Journ. *31;* 681; 694; 2293; 1937.

(11) *Larson* und *Chaikoff:* Journ. of Nutrition *13;* 287; 1937.

(12) *Bertram*, F. und *Bornstein*, A.: Bethe's Hdb. d. Physiol. V, 84; 1928.

(13) *Kestner*, O.: Bethe's Hadb. d. Physiol. 16/I; 983; 1930.

(14) *Voit*, C.: Hermann's Hdb. d. Physiol., Bd. 6; 1. Teil, 525; 1881.

(15) *Bowie:* Zschr. f. Biologie *15;* 459; 1879.

(16) *Zuntz*, N.: Ernährung und Nahrungsmittel, 75—78, Leipzig 1918.

(17) *Sherman*, H. C.: Journ. biolog. Chem. *41;* 97; 1920.
— Chemistry of Food and Nutrition, 4. Auflage, 1932; 220.

(18) *Lusk*, G.: Science of Nutrition, 455; Philadelphia 1928.

(19) *Durig*, A.: Ernährungsprobleme, Akademie der Wissensch., Wien 1929; 47; Sonderdruck.

(20) *Rubner*, M.: Deutschlands Volksernährung, Berlin 1930.

(21) *Hopkins*, F. G.: Brit. med. Journ. 1935; I; 571.

(22) *Terroine*, E.: Bulletin trimestriel de l'organisation d'hygiène, Société des Nations, vol. *5;* p. 473; 1936. — Le Metabolisme de l'azote, Paris 1933.

(23) *Süsskind*, B.: Arch. f. Verdauungskr. *44;* 371; 1928.

(24) *Rubner*, M.: Volksernährungsfragen, Leipzig 1908.

(25) *Thomas*, K.: Arch. f. Anat. und Physiol. *219*; 1909.

(26) *Noorden, v.-Salomon*, Hdb. d. Ernährungslehre, Berlin 1920; 497.

(27) *Hermann:* Hdb. d. Physiol., Bd. 6; I. Teil; 521; 1881.

(28) *Pettenkofer* und *Voit:* Zsch. f. Biologie *2*; 480; 1866.

Die Ernährungs- und Stoffwechselvorgänge bauen sich zum grossen Teil auf chemischen und physikalisch-chemischen Prozessen auf. Die beiden Faktoren «Art und Menge» sind beim Ernährungsprozess ebenso massgebend wie beim Ablauf jeder andern chemischen bzw. physikalisch-chemischen Reaktion. Die relativ noch junge Ernährungsforschung stellte bald mehr den Begriff der Quantität, bald mehr den Begriff der Qualität in den Vordergrund. Die Anfänge der Stoffwechselstudien galten meist der Quantität, als dem leichter erfassbaren Phänomen. Die letzten Dekaden des vorigen und das erste Jahrzehnt unseres Jahrhunderts sind grösstenteils der Aufklärung der erforderlichen Nahrungsmengen gewidmet, wobei der kalorische Inhalt der Nahrung eine besondere Betonung erfuhr. Dieser Epoche verdanken wir die Aufklärung einiger grundlegender energetischer Grundsätze des menschlichen und tierischen Stoffwechsels. Vor einem Vierteljahrhundert begann zuerst langsam und vereinzelt die Hervorhebung der qualitativen Seite der Nahrungsbeschaffenheit. Die Ernährungsforschung des dritten und vierten Jahrzehnts unseres Jahrhunderts ist fast ganz diesem Problem gewidmet. Die hier, besonders im Zusammenhang mit den Studien über den Vitamin- und Mineralsalzstoffwechsel erzielten Erfolge deckten neue Grundlagen unserer Ernährung auf. Es waren aber auch diese grossartigen Erfolge, welche die älteren nicht minder wichtigen Fragen der Stoffwechselphysiologie zurückdrängten und teilweise sogar in Vergessenheit geraten liessen. Zu diesen Problemen gehört u. a. die Frage nach dem Eiweissbedarf des Menschen. Die ältere Literatur enthält mehrere mühevolle Arbeiten über die Stellung des Eiweisses in der Ernährung des Menschen, über das physiologische Mindestmass von Eiweiss in der täglichen Kost, über die Art der Deckung des Proteinbedarfes durch die pflanzlichen und tierischen Eiweissträger usw., doch ist es weder damals noch später möglich gewesen, eine einigende Formel in bezug auf die notwendigen Eiweissmengen zu finden. Im nachfolgenden sollen zuerst die experimentellen Daten über eine Ernährungsart mitgeteilt werden, die u. a. durch eine relative Eiweissarmut gekennzeichnet ist.

Als Versuchsperson tritt hier der Verfasser auf, ein Mann, der im Alter von 42 Jahren seine Ernährungsart änderte und zu einer strengen und bewussten Ueberwachung der Kost überging. Diese Ernährungsart wird von ihm fast ununterbrochen das achte Jahr fortgesetzt und es besteht weder die Absicht noch das Verlangen nach einem Uebergang zu einer andern Form der Nahrungsversorgung. Die Versuchsperson absolvierte im Jahre 1917 die forstwirtschaftliche Abteilung der Eidgenössischen technischen

Hochschule in Zürich, nahm im Jahre 1934 bei der neugewählten Kost das Studium der Medizin auf und ist gegenwärtig als praktischer Arzt tätig.

1. Die **Ernährungsart** der Versuchsperson ist vorwiegend vegetabilisch und besteht hauptsächlich in der Zufuhr von reichlichen Mengen von Kartoffeln neben verschiedenen Arten von frischem Gemüse und Früchten. Die täglich aufgenommene Brotmenge beträgt ca. 30 g. Käse, Butter, Eier, Hülsenfrüchte werden selten genossen. Die Milchaufnahme beschränkt sich durchschnittlich auf etwa 80 g pro Tag. Als häufigste Fettquelle dient Pflanzenöl, besonders Arachidöl. Fleisch sowie jede Form von Fleischwaren sind von der Kost vollständig ausgeschlossen. Die Einzelheiten der Verpflegung schwanken natürlich je nach der Jahreszeit; im Sommer überwiegt die rohe, im Winter die gekochte Nahrung. Als Beispiele einer Sommer- und Winterkost mögen folgende Speisezettel dienen:

Verpflegung am 24. August 1937: « Brombeermüesli » 300 g (darin 15 g Rohrzucker und 50 ccm Rahm), Bratkartoffeln 450 g (darin 13 g Arachidöl), Bohnen 250 g (darin 10 g Arachidöl), Zucchettigemüse 250 g (darin 10 g Arachidöl), Gebäck aus Blätterteig 20 g, Aepfel 90 g (davon 1 gekocht).

Verpflegung am 25. August 1937: Kartoffelrösti 500 g (darin 30 g Fett), Dickmilch 300 g, Gemüsesuppe 1000 g (darin 20 g Fett), Pellkartoffeln 250 g, Zwetschgen 110 g, Cornichon 30 g.

Verpflegung am 26. August 1937: Bratkartoffeln 250 g (darin 20 g Fett), Cornichon 10 g, Gemüsesuppe 500 g (darin 10 g Fett), Rübligemüse 400 g (darin 20 g Fett), Kartoffelrösti 500 g (darin 20 g Fett), Blattsalat 200 g (darin 10 g Arachidöl).

Verpflegung am 27. August 1937: Bratkartoffeln 370 g (darin 40 g Fett), Cornichon 140 g, Grünsalat 80 g (darin 10 g Oel), Brombeermüesli 500 g (darin 20 g Haferflocken und 50 g Rahm), Pellkartoffeln 280 g, Brot 30 g, Milch 300 g, Zwetschgen 120 g.

28. August 1937: Marschtag.

Verpflegung am 29. August 1937: Brombeermüesli 100 g (darin 20 g Haferflocken und 20 g Kondensmilch), Eintopfgericht (Kabis und Kartoffeln) 900 g (darin 40 g Fett), Brot 100 g, Brombeermüesli 350 g (darin 20 g Haferflocken und 20 g Kondensmilch), Pellkartoffeln 150 g, Sauerampfergemüse 150 g (darin 30 g Fett), Tomaten 105 g, Brot 30 g, Butter 13 g, Kondensmilch 5 g.

Verpflegung am 30. August 1937: Brombeermüesli 300 g (darin 20 g Haferflocken und 20 g Kondensmilch), Pellkartoffeln 250 g, Sauerampfergemüse 150 g (darin 10 g Fett), Tomatenbrot 80 g, Bratkartoffeln 500 g (darin 20 g Fett), Bohnen 240 g (darin 10 g Fett).

Verpflegung am 31. August 1937: Kartoffelpuffer 320 g (darin 30 g Fett), Gurkengemüse 310 g, Tomatensalat 490 g (darin 10 g Oel), Kartoffel-

puffer 300 g (darin 20 g Fett), Blattsalat 440 g (darin 10 g Oel), Kartoffelrösti 260 g (darin 20 g Fett), Gurkengemüse 50 g, Zucchetti 10 g.

Ausgedrückt in Eiweiss-Fett-Kohlehydratmengen gestaltet sich die Kost im Zeitabschnitt vom 24. bis 31. August 1937 wie folgt:

	Eiweiss g	Fett g	Kohlehydrate g	Kalorien pro 24 Stunden
24. 8. 1937	26	44	151	1141
25. 8. 1937	29	59	176	1399
26. 8. 1937	20	78	166	1486
27. 8. 1937	33	71	202	1633
29. 8. 1937	41	89	279	2148
30. 8. 1937	33	44	186	1318
31. 8. 1941	28	88	200	1753
Durchschnittswerte	29.8	67.5	194.3	1553.9

Wintermenü:

Verpflegung am 7. Januar 1941: Aepfel 180 g, Bratkartoffeln 500 g (darin 10 g Fett), rohe Sellerieknolle 150 g, Endiviensalat 160 g (darin 10 g Oel und Saft von ½ Zitrone), Fruchtkuchen 140 g (darin 50 g Mehl, 3 g Fett, 90 g Aepfel), gebratene Kastanien 175 g, Orangen 100 g, Schokolade 7 g.

Verpflegung am 8. Januar 1941: Bratkartoffeln 430 g (darin 10 g Fett), Grünsalat 200 g, Aepfel 90 g, Kastanien 65 g, Pellkartoffeln 290 g, weisse Rüben 370 g, Kastanien 65 g, Aepfel 560 g, Orangen 65 g.

Verpflegung am 9. Januar 1941: Bratkartoffeln 400 g (darin 10 g Fett), Aepfel 180 g, Kastanien 120 g, Möhrensalat 260 g, Kartoffelknödel 600 g (darin 8 g Fett, 50 g Mehl, 1 Ei), Milch 200 g, Aepfel 80 g, Schokolade 7 g.

Verpflegung am 10. Januar 1941: Kartoffelrösti 350 g (darin 8 g Fett), rohe Rübchen 80 g, Kastanien 52 g, Kartoffeln 580 g (darin 10 g Fett), Möhrengemüse 370 g (darin 5 g Fett), Brot 10 g, Zucker 5 g, Aepfel 80 g.

Verpflegung am 11. Januar 1941: Bratkartoffeln 600 g (darin 17 g Fett), Brot 20 g, Aepfel 180 g, Schokolade 5 g, Kastanien 15 g, Milch 70 g, Kartoffelgericht 600 g (darin 7 g Fett), weisse Rüben 170 g, Aepfel 150 g, Kastanien 65 g.

Verpflegung am 12. Januar 1941: Kartoffelrösti 475 g (darin 15 g Fett), Aepfel 360 g, Zucker 5 g, Kastanien 135 g, Milch 17 g, Pellkartoffeln 560 g, Kohlsuppe 400 g (darin 110 g Kohl, 10 g Fett), Grünsalat 130 g, Fruchtkuchen 190 g (darin 130 g Aepfel, 60 g Mehl, 5 g Fett), Käse 5 g.

Verpflegung am 13. Januar 1941: Bratkartoffeln 600 g (darin 15 g Fett), Rübli 60 g, Kastanien 65 g, Milch 33 g, Kartoffelknödel 600 g (darin 10 g Fett, 23 g Ei, 7 g Zwiebel), Grünsalat 170 g, Brot 20 g, Milch 33 g, Quark 29 g.

Ausgedrückt in Eiweiss-Fett-Kohlehydratmengen gestaltet sich die Kost im Zeitabschnitt vom 7. bis 13. Januar 1941 wie folgt:

	Eiweiss g	Fett g	Kohlehydrate g	Kalorien pro 24 Stunden
7. 1. 1941	25	32	209	1254
8. 1. 1941	27	15	250	1109
9. 1. 1941	44	39	293	1734
10. 1. 1941	23	25	230	1272
11. 1. 1941	30	32	274	1510
12. 1. 1941	34	34	296	1700
13. 1. 1941	42	34	253	1519
Durchschnittswerte .	32.1	30.3	257.9	1444.0

2. Das **Körpergewicht** erlitt während der 7 Jahre andauernder eiweissarmer Ernährung keine wesentlichen Veränderungen. Es betrug im Jahre 1934, vor dem Uebergang zur neuen Ernährungsart, rund 62 kg, stieg im Sommer 1937 auf 63.5 kg, fiel im Frühjahr 1938 nach angestrengter physischer Beanspruchung auf 59.5 kg, ging aber in der Nachfolgezeit auf die ursprüngliche Höhe von 62 kg herauf. Gegenwärtig wiegt die Versuchsperson 61 kg.

3. Die **psychischen** und **physischen Leistungen** waren im allgemeinen gut. Während dieser 7 Jahre konnte die Versuchsperson das ganze Medizinstudium sowie das Staatsexamen in der reglementarisch vorgeschriebenen Zeit absolvieren und den militärischen Pflichten zuerst als Artillerie- und dann als Sanitätsoffizier nachkommen. Während des grössten Teiles des Militärdienstes konnte die Ernährungsweise im grossen ganzen mit geringeren Abweichungen beibehalten werden.

Beim Gehen zu Fuss und beim Radfahren konnte dauernd ein normales Tempo eingehalten werden. Im Dezember 1937 wurden untrainiert im trockenen Neuschnee von 10 cm Höhe im Laufschritt 3 km innerhalb normaler Zeit zurückgelegt.

Irgendwelche schwere Erkrankungen traten während dieser 7 Jahre nicht auf. Im Winter 1939/40 entwickelte sich eine Zahninfektion; die Versuchsperson litt aber schon früher daran.

Das hier mitgeteilte Ernährungsexperiment weist einige beachtenswerte Merkmale auf:

a) Von grosser Wichtigkeit ist die lange Dauer des Versuches. Viele der in der Literatur mitgeteilten Ergebnisse stützen sich auf Beobachtungen innerhalb von Wochen, Monaten, relativ selten betrug die Versuchsdauer über ein Jahr. Im vorliegenden Fall lebt die Versuchsperson bereits über 7 Jahre bei der gewählten Diät.

b) Zu betonen ist ferner die relative Eiweissarmut der Kost. Zwar sind tägliche Eiweissaufnahmen von bloss 21 g beschrieben (vgl. Sherman, s. u.),

doch bewegen sich die täglichen Eiweisszufuhren in den meisten Experimenten zwischen 40 bis 50 g. Die Eiweissversorgung von Rhyn steht an der unteren Grenze der bisher bei Europäern beschriebenen Eiweissaufnahmen.

c) Die Kostzusammensetzung ist frei gewählt und nicht etwa zu Versuchszwecken besonders zusammengestellt. Auf reiche Abwechslung, schmackhafte Zubereitung, gute Auswahl der Kost und deren Anpassung an die jahreszeitlichen Verhältnisse und die wechselnden Bedürfnisse des Körpers wurde Gewicht gelegt.

d) Die ältern Ernährungsversuche beschränkten sich auf die Analyse des Harns und Kotes. Die Einführung der physiologisch-chemischen Mikromethodik erlaubt nun einen genauern Einblick in die Zusammensetzung des Blutes. Dadurch wird die Beurteilung der jeweiligen Stoffwechsellage des Körpers erleichtert. Beim vorliegenden Versuch wurde von der periodischen Untersuchung des Blutes Gebrauch gemacht. Der Grundumsatz wurde ebenfalls öfters kontrolliert.

e) Nicht zu verschweigen ist auch die allgemeine Knappheit der hier benutzten Kost. Eiweissarme Diäten kamen zu Versuchszwecken oftmals zur Anwendung, sie enthielten aber gewöhnlich zwecks Kompensation grosse bis sehr grosse Mengen von Kohlehydrat und zum Teil von Fett. Die Diät von Rhyn weist neben den geringen Eiweissmengen auch Quantitäten an Kohlehydrat und Fett auf, welche unter dem üblichen Durchschnitt der europäischen Kost liegen (ca. 29.5 g Eiweiss, ca. 215 g Kohlehydrat, ca. 53 g Fett mit einem Gesamtkalorieninhalt von 1490).

Methodik

Die einzelnen Untersuchungen wurden nach folgenden Methoden durchgeführt. Ueberall wurden Doppelanalysen gemacht.

Grundumsatz nach *Benedict.*
Stickstoff im Harn nach *Kjeldahl.*
Phosphor im Harn, kolorimetrisch, nach *Youngburg.*
Phosphor im Blut nach *Bodansky.*
Kalzium im Harn nach *Shohl* und *Pedley.*
Kalzium im Blut nach Kramer und Fisdall.
Blutzucker nach *Hagedorn-Jenssen.*
Chloride im Harn und im Blut nach *Volhard.*
Harnsäure nach *Folin.*
Rest-Stickstoff nach *Kjeldahl.*
Gesamteiweiss im Blute nach *Kjeldahl.*
Trennung von Albumin/Globulin nach *Howe.*

Untersuchung des Grundumsatzes

Der *Grundumsatz* weist die bekannten charakteristischen Veränderungen beim Uebergang von einer gewöhnlichen zur eingeschränkten Ernährung auf. Im Jahre 1937, d. h. noch in der ersten Zeit der kalorien- und eiweissarmen Ernährung ist der Grundumsatz durchwegs erniedrigt, durchschnittlich um 20%. Ungefähr um den gleichen Betrag sank der Grundumsatz während der Kriegsernährung 1914 bis 1918 bei *Zuntz* und *Loewy*. Im Jahre 1938 sind diese Grundumsatzerniedrigungen bei Rhyn viel weniger ausgeprägt, und in der Nachfolgezeit ist die Kalorienbildung kaum nennenswert gegen die Norm herabgesetzt.

Zusammenstellung sämtlicher Grundumsatzbestimmungen

Datum	Temperatur Grad Celsius	Barometerdruck mm Hg	Körpergewicht kg	Grundumsatz pro Stunde	Grundumsatz Sollwert pro Stunde	Differenz im Vergleich zum Sollwert in %
				Kalorien		
1937						
17. 8.	18	714	63.5	55.25	62.38	— 11.43
19. 8.	19	718	62.7	48.26	61.95	— 22.06
21. 8.	18	714	63.5	41.84	62.38	— 32.93
25. 8.	18.5	715	63.0	56.43	62.08	— 9.10
31. 8.	19.5	716	63.2	44.90	62.21	— 27.83
1938						
14. 2.	17	706	60.75	51.03	61.02	— 16.37
21. 2.	17	717	60.75	56.13	61.02	— 8.01
28. 2.	18.5	725	60.65	54.41	60.99	— 10.79
8. 3.	18.5	720	59.35	65.64	60.40	+ 8.67
1940						
4. 12.	18	722	61.90	61.67	60.38	+ 2.11
1941						
21. 2.	19	701	60.50	54.50	59.71	— 8.73

Die Stickstoffausscheidung im Harn

Der Stickstoffgehalt der täglichen Harnmenge kann im grossen ganzen als Spiegelbild des Eiweissumsatzes im Körper angesehen werden. Es wurden daher von Zeit zu Zeit Stickstoff-Bestimmungen im Harn vorgenommen. Dieselben bezwecken ein objektives Urteil über die tatsächlich aufgenommenen und umgesetzten Eiweissmengen zu gewinnen. Wie bei einer freigewählten Kost nicht anders zu erwarten ist, weist der Stickstoffgehalt des Harnes tägliche Schwankungen auf. Dieselben hängen einerseits mit der etwas wechselnden Eiweisszufuhr, anderseits mit der täglichen Harnmenge zusammen. Bei stärkerer Diurese wird in der Regel mehr Stickstoff zur Ausscheidung gebracht. Massgebend sind in solchen Fällen die Durchschnittswerte.

Dieselben ergeben eine tägliche Stickstoffausscheidung von 5.51 g,
entsprechend einem Eiweissumsatz von 34.44 g.

Zum besseren Vergleich mit den Angaben der Literatur wurden die Stickstoffzahlen auf ein Körpergewicht von 70 kg umgerechnet. In diesem Fall beträgt die

Stickstoffausscheidung 6.32 g pro Tag.

Bei so langdauernden Versuchen sagen das allgemeine Befinden, die Leistungsfähigkeit, die Schwankungen des Körpergewichtes usw. mehr aus, als die Gegenüberstellung der Stickstoffzufuhr und Stickstoffabgabe. Erfahren z. B. Körpergewicht und Körperzustand im Laufe der Versuchszeit keine wesentlichen Veränderungen, so darf indirekt auf eine Aufrechterhaltung des Stoffbestandes und des Körpereiweisses geschlossen werden. Es wurde daher nur zweimal, in den Jahren 1937 und 1940, eine Eiweissbilanz aufgestellt. Dieselbe stützt sich auf die Bestimmung der Stickstoffaufnahme und Stickstoffabgabe während je einer Woche. Es ergaben sich folgende Werte:

1937:

Durchschnittliche	Eiweissaufnahme pro Tag	25.6 g
»	Eiweisszersetzung pro Tag	28.3 g
	Bilanz	— 2.7 g
	Entsprechend Stickstoff:	— 0.43 g

1940:

Durchschnittliche	Eiweissaufnahme pro Tag	32.07 g
»	Eiweisszersetzung pro Tag	32.81 g
	Bilanz	— 0.74 g
	Entsprechend Stickstoff:	— 0.12 g

Wie ersichtlich, reichte im Jahre 1937 die Eiweissmenge von 25.6 g nicht aus, die Stickstoffbilanz ist negativ, allerdings bloss um einen geringen Betrag von 2.7 g Eiweiss, entsprechend 0.43 g Stickstoff.

Mit 32 g Eiweiss pro Tag liess sich praktisch das Stickstoffgleichgewicht erzielen; die Differenz von 0.74 g Eiweiss ist mit entsprechend 0.12 g Stickstoff gering. Wie erwähnt, sollen aber aus diesen Zahlen keine zu weitgehenden Schlüsse gezogen werden. Das Ergebnis dieser Analysen weist ferner erneut darauf hin, dass geringe Eiweissmengen nur dann mehr oder weniger ausreichen können, wenn in der Nahrung reichlich eiweißsparendes Material, d. h. Kohlehydrat und Fett vorhanden ist. Da die vorliegende Ernährung eher fettarm als fettreich war, so kommt als einzige eiweißsparende Quelle das Kohlehydrat, d. h. in diesem Falle vorwiegend die Kartoffelstärke in Frage. Ferner ist zu erkennen, dass eine sparsame Eiweisszufuhr gerade für den Betrieb und keinesfalls für einen etwa höheren Eiweissersatz ausreichen kann. Für das Wachstumsalter kommen daher zu geringe Eiweissmengen nicht in Frage, ebenso beim Erwachsenen in Fällen eines notwendigen Ausgleiches eines Eiweissverlustes.

Stickstoffausscheidungen je im 24-Stunden-Harn

Datum	Harnmenge ccm	Stickstoff g	Entsprechende Eiweissmengen g
26. 8. 1937	640	4.21	26.25
31. 8. 1937	783	5.31	32.90
17. 9. 1937	1810	4.40	27.50
6. 10. 1937	980	4.30	26.88
7. 10. 1937	1290	4.49	28.10
11. 2. 1938	746	4.40	27.53
5. 4. 1938	1395	5.91	36.94
5. 12. 1940	660	4.12	25.84
7. 1. 1941	1530	7.10	44.37
11. 1. 1941	1300	5.92	37.00
16. 1. 1941	885	3.84	24.02
22. 1. 1941	1300	5.02	31.30
23. 1. 1941	1020	4.25	26.60
24. 1. 1941	910	5.16	32.29
25. 1. 1941	1620	8.60	53.86
28. 1. 1941	1570	4.90	30.63
29. 1. 1941	1470	6.54	40.90
30. 1. 1941	1550	7.56	47.26
31. 1. 1941	1025	4.08	26.09
1. 2. 1941	1280	5.69	35.65
2. 2. 1941	1210	5.51	34.48
3. 2. 1941	1500	5.63	35.17
4. 2. 1941	1210	4.21	26.31
18. 4. 1941	1950	5.82	36.37
19. 4. 1941	1200	4.16	25.99
20. 4. 1941	960	4.40	27.51
21. 4. 1941	2140	6.89	43.06
22. 4. 1941	1270	4.80	30.00
23. 4. 1941	1620	6.86	42.88
25. 4. 1941	2210	7.88	49.25
26. 4. 1941	1390	6.66	41.65
27. 4. 1941	1570	7.85	49.11
		Durchschnitt aller Messungen	
		5.51	34.44
		und auf 70 kg Körpergewicht bezogen	
		6.32	39.52

Die Chlorausscheidung

Wie der Stickstoff, wird auch Chlor von gesunden erwachsenen Menschen fast restlos ausgeschieden; auch hier kann, mit gewissen Einschränkungen, aus der Höhe der Chlorausscheidung auf die Höhe der Zufuhr geschlossen werden. Leider sind zuverlässige Normalwerte über die Chlorausscheidung und über den Chlorbedarf des Menschen nicht leicht erhältlich. Der 24-Stunden-Harn enthält meist 6 bis 10 bis 12 g Kochsalz. Als Mittelwert dürfen für die schweizerische Ernährungsart mit dem reichlichen Genuss von Käse und Fleisch etwa 10 g NaCl pro Tag gelten. Als untere

Grenze des normalen täglichen Kochsalzbedarfes gibt *v. Noorden* 4 bis 5 g an. Die Kost von Rhyn enthielt wenig kochsalzreiches Material, wie Brot, Käse, Wurst usw., dementsprechend sind auch die Chlormengen des Harnes niedrig. Im Mittel finden wir eine Chlorabgabe von 4.14 g pro Tag. Die Schwankungen der Chlorausscheidung sind auch hier wie beim Stickstoff sowohl durch die wechselnde Zusammensetzung der Kost wie durch die Höhe der Wasserausscheidung bedingt. Den Tagen mit einer erhöhten Stickstoffausscheidung entsprechen oftmals auch vermehrte Chlorabgaben (vgl. z. B. 11. Januar 1941; 30. Januar).

Chlorausscheidungen je im 24-Stunden-Harn

	Datum	Harnmenge ccm	Chloride g
1938:	29. 3.	1150	2.95
1941:	7. 1.	1530	5.95
	11. 1.	1300	7.80
	16. 1.	885	2.06
	22. 1.	1300	4.03
	23. 1.	1020	2.75
	24. 1.	910	2.64
	25. 1.	1620	3.07
	27. 1.	1570	8.94
	29. 1.	1470	6.03
	30. 1.	1550	7.13
	31. 1.	1025	3.22
	1. 2.	1280	5.50
	2. 2.	1210	1.32
	3. 2.	1500	1.83
	4. 2.	1210	1.03

Ausscheidung von Phosphor und Kalzium durch den Harn

Entsprechend der geringeren Nahrungszufuhr ist die Phosphor-Kalziumausscheidung genau so wie diejenige des Stickstoffs und des Chlors gegen die übliche Norm herabgesetzt. Während man sonst mit einer Ausscheidung von ca. 1 g Phosphor pro Tag rechnet, findet man in den Harnproben von Rhyn Phosphormengen von 0.4 bis 0.6 g, oftmals aber auch die Hälfte davon. Der Phosphorgehalt des Blutes ist aber normal, ebenso der Blutkalkgehalt.

Die Kalziumausscheidung im Harn ist ebenfalls stark gegen die Norm herabgesetzt.

Phosphorausscheidungen je im 24-Stunden-Harn

Datum *1941:*	Harnmenge ccm	Reaktion	Phosphor g	P_2O_5 g
25. 2.	1290	stark alkalisch	0.3039	0.6956
26. 2.	1140	» »	0.2763	0.6352
27. 2.	1660	» »	0.2184	0.4999
18. 4.	1950	schwach »	0.2167	0.4948
19. 4.	1200	neutral	0.2161	0.4947
20. 4.	960	»	0.1931	0.4419
21. 4.	2140	»	0.4558	0.1043
22. 4.	1270	»	0.2760	0.6312
23. 4.	1620	schwach alkalisch	0.3724	0.8319
25. 4.	2210	» »	0.4452	0.1067
26. 4.	1390	» »	0.2642	0.6060
27. 4.	1570	» »	0.3476	0.7959

Kalziumausscheidung je im 24-Stunden-Harn

Datum *1941:*	Harnmenge ccm	Reaktion	Kalziumausscheidung im Harn pro Tag in mg
24. 2.	2210	schwach alkalisch	95.65
20. 4.	960	» »	190.6
21. 4.	2140	» »	97.46
22. 4.	1270	» »	95.07
23. 4.	1670	» »	115.3
25. 4.	2210	» »	95.65

Untersuchung der chemischen Zusammensetzung des Blutes

Es wurden zu verschiedenen Zeiten untersucht:
Der Blutzucker, der Rest-Stickstoff, die Blut-Harnsäuremenge, der Kalzium- und der Phosphorgehalt, die Menge des Gesamteiweisses, sowie das Verhältnis von Albumin zu Globulin.

Der Rest-Stickstoff war vorübergehend erhöht; er ist aber zur Zeit wieder normal. Die Harnsäuremenge wurde aber immer erhöht gefunden. Alle übrigen untersuchten chemischen Blutbestandteile erwiesen sich als normal.

Zucker im Blut

9. 9. 1937	99 mg %
8. 3. 1938	98 mg %
29. 4. 1941	78 mg %

Rest-Stickstoff und Blut-Harnsäuremenge

Datum	Rest-Stickstoff	Harnsäure
28. 2. 1938	40.4 mg %	4.54 mg %
8. 3. 1938		4.38 mg %
5. 1. 1941	26.4 mg %	
29. 4. 1941.	28.4 mg %	5.00 mg %

Phosphor im Blut

7. 1. 1941 . . . . . 2.62 mg %

Kalzium im Blut

29. 4. 1941 . . . . . 10.54 mg %

Gesamteiweiss, Albumin, Globulin im Blut

	Gesamteiweiss	Albumin	Globulin	Verhältnis von Albumin zu Globulin
2. 10. 1937 . . .	6.85 %	4.65 %	2.20 %	2.11
4. 10. 1937 . . .	7.50 %	4.14 %	3.36 %	1.23
29. 4. 1941 . . .	7.61 %	5.19 %	2.42 %	2.15

Chloride im Blut und Serum

30. 3. 1938	498.0 mg % im Blut
7. 1. 1941	595.7 mg % im Serum
29. 4. 1941	508.0 mg % im Blut

Untersuchung der Morphologie des Blutes

Als konstantes Symptom fällt hier die erniedrigte Zahl von Erythrozyten auf (4.5 bis 4.9 Millionen), während der prozentuelle Hämoglobingehalt annähernd normal ist. Inwiefern aber diese erniedrigte Menge der roten Blutkörperchen mit der speziell hier benutzten Kost zusammenhängt, oder etwa andere Ursachen hat, lässt sich nicht sagen.

Im Jahre 1937 wurde zweimal eine starke Eosinophilie von ca. 17% festgestellt. Wiederholte, in 2 verschiedenen Untersuchungslaboratorien vorgenommene Kotanalysen auf Wurmeier ergaben übereinstimmend ein negatives Resultat. Hauterkrankungen, asthmatische Erscheinungen usw. konnten nicht festgestellt werden. Die Eosinophilie ist dann spontan zurückgegangen; spätere Blutuntersuchungen ergaben normale Zahlen der Eosinophilen.

Morphologische Blutanalysen

	15. 9. 1937	1. 10. 1937	15. 1. 1941	29. 4. 1941
Hämoglobin in % . . .	—	88.5	87	88.5
Erythrozyten in Millionen	4.9	4.406	4.524	4.3
Leukozyten, gesamt . .		4630	5840	5820
Blutplättchen	68750			
Färbeindex		1.0	0.96	1.0
Leukozyten, differenziert:				
Basophile	1 %	—	0.5%	0.5%
Eosinophile	16.5%	17%	3 %	3 %
Jugendliche	1.5%	2%	1 %	—
Stabförmige	13.5%	4%	5 %	2.5%
Segmentäre	36 %	47%	43.5%	50.5%
Lymphozyten	26 %	26%	41.5%	33.5%
Monozyten	5.5%	4%	5.5%	10 %

Die Erforschung des Eiweißstoffwechsels

Wenn es als historische Wahrheit gelten darf, dass jede Epoche ihre eigenen Vorstellungen über Sinn und Form des Lebens hat und ihre besonderen Aufgaben zu lösen versucht, dass jede Kultur- und Zivilisationsstufe ihre eigene Bau-, Wohnungs-, Kleidungsart besitzt usw., so darf dies erst recht von der Ernährung behauptet werden. Sie wechselt unaufhörlich in qualitativer und quantitativer Beziehung. Nicht mindere Wandlungen machen auch die jeweiligen Vorstellungen sowohl über die Ernährung im allgemeinen wie über die Rolle der einzelnen Nahrungsbestandteile durch. Vor etwa einem Jahrhundert begann eine lebhafte Auseinandersetzung über die Stellung des Eiweisses in unserer Kost. Je nach dem Stande unseres Wissens nahm die Diskussion verschiedene Gestalt an; sie ist bis auf den heutigen Tag keinesfalls abgeschlossen. Die nachhaltigsten theoretischen Einflüsse auf die biologische Einschätzung des Eiweisses gingen von *Liebig* (1) aus. *Liebig* verleiht dem Eiweiss eine Sonderstellung. Das Eiweiss ist nach ihm nicht oxydabel, vielmehr dient es als geformter Grundbestandteil der einzelnen Organe. Das Organeiweiss stammt von Bluteiweiss und das Blutalbumin von den eiweisshaltigen Bestandteilen der animalischen und vegetabilischen Nahrung. Das Eiweiss dient nach *Liebig* der Krafterzeugung. Ohne Eiweisszersetzung gibt es keine Organfunktionen. « Alle Bewegungserscheinungen im Tierorganismus, alle Wirkungen, die er durch sein Gehirn oder seine Glieder hervorbringt, sind bedingt oder abhängig von den geformten Bestandteilen desselben. » *Liebig*, Chemische Briefe, zweite Auflage 1851, Heidelberg, S. 434. Das

Kohlehydrat und das Fett gehören zu den formlosen Bestandteilen des Körpers. Indem sie sich im Gegensatz zum Eiweiss mit dem Sauerstoff der Luft vereinigen, dienen sie der Wärmeerzeugung und der Respiration. Das Eiweiss ist demnach das führende Prinzip im Körper und in der Ernährung. Diese Ansichten von *Liebig* blieben lange vorherrschend, auch dann noch, als sie durch *Pettenkofer*, *Rubner*, *Voit* weitgehend abgeändert wurden. In diese Epoche, welche bis ins 20. Jahrhundert hineinreicht, fällt auch die Anwendung des Eiweisses als Heilmittel. Wie heute vitamin- und mineralsalzhaltige Produkte angeboten werden, fanden damals Eiweisspräparate die weiteste Anwendung bei verschiedenen Krankheiten. Die heute kaum noch bekannten Namen « Somatose », « Sanatogen » (Fleisch- bzw. Kaseinsubstanzen) u. a. waren sowohl in medizinischen wie in nichtmedizinischen Kreisen sehr populär. Wie heute Vitaminzulagen, wurden in jener Zeit Extrabeigaben von Proteinquellen zum üblichen (damals ziemlich reichlichen) Nahrungseiweiss warm empfohlen. In die gleiche Gruppe von Nährmitteln gehört auch *Liebigs* Fleischextrakt, das damals nicht als Geschmacks- oder Ergänzungsmittel der Kost, sondern als eine ausgezeichnete Kraftquelle und ein gutes Heilmittel bezeichnet wurde. In den bekannten *Chemischen Briefen* von *Liebig* ist über derartige Fleischauszüge folgendes zu lesen (l. c. S. 512):

« Der Fleischsaft enthält die Nahrung des Muskels, das Blut die Nahrung des Fleischsaftes; das Muskelsystem ist die Quelle aller Kraftwirkungen im tierischen Körper, und es kann in diesem Sinne der Fleischsaft als die nächste Bedingung der Krafterzeugung angesehen werden.

Von diesem Gesichtspunkte aus erklärt sich die Wirkung der Fleischbrühe; sie ist die Arznei des Genesenden. Niemand schätzt ihren Wert höher, als der Arzt in den Spitälern, für dessen Patienten die Fleischbrühe, als Mittel zur Hebung der erschöpften Kräfte, durch keine andern Materien des Arzneischatzes ersetzt werden kann; ihre belebende Wirkung auf den Appetit, auf die Verdauungsorgane, die Farbe und das Aussehen der Kranken ist in die Augen fallend.

Es ist einleuchtend, dass die Bestandteile des Blutes, welche so verschieden von denen des Fleischsaftes sind, eine ganze Reihe von Veränderungen erleiden müssen, ehe sie die zur Erzeugung des belebten Muskels geeignete Form und Beschaffenheit erhalten, ehe sie zu Bestandteilen des Fleischsaftes werden. In dem Fleische geniessen wir diese Produkte fertig zubereitet, nicht in unserem, sondern in einem anderen Organismus, und es ist ausnehmend wahrscheinlich, dass sie oder ein Teil derselben die Fähigkeit behalten, in einem zweiten Organismus ähnliche Wirkungen hervorzubringen, wie in dem, in welchem sie gebildet wurden.

Darin liegt offenbar der hohe Wert, den das ganze Fleisch als Nahrungsmittel besitzt; Heu und Hafer, Kartoffeln, Rüben, Brot usw. bringen im lebendigen Leibe Blut und Fleisch hervor, aber keines von allen diesen Nahrungsmitteln wieder erzeugt Fleisch mit gleicher Schnelligkeit wie

Fleischnahrung, und stellt die in der Arbeit verbrauchte Muskelsubstanz mit einem gleich geringen Aufwand von organischer Kraft wieder her.

Einsichtsvolle und erfahrene Aerzte und Chemiker, darunter vorzüglich Parmentier und Proust, haben sich vor Jahren bemüht, dem Fleischextrakt eine ausgedehntere Anwendung zu verschaffen. « Im Gefolge eines Truppencorps », sagt Parmentier, « würde der Fleischextrakt dem schwerverwundeten Soldaten ein Stärkungsmittel bieten, welches mit etwas Wein seine durch grossen Blutverlust geschwächten Kräfte augenblicklich heben und ihn in den Stand setzen würde, den Transport ins nächste Feldspital zu ertragen. » « Es gibt keine glücklichere Anwendung, die sich erdenken liesse », sagt Proust. « Welche kräftigendere Arznei, welche mächtiger wirkende Panacée, als ein Stück des echten Fleischextraktes aufgelöst in einem Glase edlen Weines? Die ausgesuchtesten Leckerbissen der Gastronomie sind alle für die verwöhnten Kinder des Reichtums! Sollten wir denn nichts in unsern Feldlazaretten haben für den Unglücklichen, den sein Geschick verurteilt, für uns die Schrecken eines langen Todeskampfes im Schnee und im Kot der Sümpfe zu erdulden? »

Jetzt, nachdem uns die Wissenschaft mit der Natur und Beschaffenheit des Fleischsaftes genauer bekannt gemacht hat, erscheint es als eine wahre Gewissenssache, die Vorschläge dieser edlen Männer der Aufmerksamkeit der Regierungen wiederholt zu empfehlen. »

Diese Ueberschätzung des Eiweisses blieb auf die Dauer nicht ohne Gegenreaktion. Der Forderung nach einer hohen Eiweisszufuhr wurden Erfahrungen mit eiweissarmer Kost gegenübergestellt. Nach den Vorstellungen der Gegner von *Liebig*, *Voit*, *Rubner* soll das Eiweiss nicht heilbringend, sondern im Gegenteil krankmachend wirken. Die Arteriosklerose, der hohe Blutdruck, die Leberschädigungen, die Nierenentzündungen, die Gicht usw. sollen Folgen eines übermässigen Eiweissverbrauches sein. Es tauchten die Lehren von einer « Eiweissvergiftung » und einer starken Einschränkung der Eiweisszufuhr auf. Für eine radikale Umstellung der damaligen Ernährung und für ein starkes Zurückdrängen des Eiweisses aus der Kost traten bekanntlich *Chittenden* (2) und besonders *Hindhede* (3) ein. Die Einseitigkeit mancher Forscher dieser Richtung hat der sachlichen Erforschung der Eiweissfrage eher geschadet als genützt. Die viel zu weitgehenden Schlussfolgerungen *Hindhedes* fanden eine berechtigte Kritik. Auch im Lichte der inzwischen hinzugekommenen Erkenntnisse und Erfahrungen kann die Beweiskraft der Versuche von *Hindhede* nicht sehr hoch eingeschätzt werden. *Hindhedes* Versuchsperson, *Fr. Madsen*, ernährte sich zeitweise mit sehr geringen, zeiweise mit etwas grössern Eiweissmengen. *Madsen* war ferner bestrebt, eine möglichst einfache Kost zu sich zu nehmen. Die einzelnen Phasen dieser Versuche mögen auf Seite 19 an Hand einer Zusammenstellung von *Hindhede* wiedergegeben werden.

Diese Versuche können nicht zum Beweis der Nützlichkeit oder Zweckmässigkeit einer eiweissarmen Kost herangezogen werden. Die Kost-

Zusammenstellung der Kost	Kalorien-gehalt der täglichen Kost	Eiweiss-gehalt der Kost in g	N-verlust durch den Kot (umgerechnet auf Eiweiss) in g	N-Ausscheidung im Harn (umgerechnet auf Eiweiss) in g	Eiweiss-bilanz in g
Periode I: 17. 4. bis 5. 5. 1912: Tägl. Zufuhr von 2337 g Kartoffeln, 165 g Margarine, 216 g Zwiebeln . .	3918	28.9	6.3	21.3	+ 1.3
Periode II: 26. 6. bis 3. 7. 1912: Tägliche Zufuhr von 700 g Kartoffeln, 75 g Margarine, 2519 g Erdbeeren, 162 g Stärkemehl, 375 g Zucker	4391	32.4	32.2	16.7	— 16.5
Periode III: 14. 6. bis 25. 6. 1913: Tägliche Zufuhr von 550 g Roggenbrot, 125 g Margarine, 250 g Zwetschgen, 500 g Rhabarber, 250 g Zucker, 142 g Stärkemehl	4676	51.0	28.3	21.9	+ 0.8
Periode IV: 2. 7. bis 9. 7. 1913: Tägliche Zufuhr von 550 g Roggenbrot, 125 g Margarine, 2500 g Erdbeeren, 275 g Zucker, 138 g Stärkemehl	5541	66.7	42.8	17.7	+ 6.2

zusammensetzung sowie die Versuchsergebnisse muten heute, nach über einem Vierteljahrhundert, fremd an. Eine Kost aus Kartoffeln, Margarine, Zwiebeln bzw. Erdbeeren, oder aus Roggenbrot, Margarine, Zucker, Zwetschgen, Rhabarber usw. muss, auf die Dauer genossen, in mehrfacher Hinsicht als ungenügend bezeichnet werden, ganz besonders, wenn damit täglich 4000 bis 5500 Kalorien zugeführt werden. Sehr auffallend sind auch die ungewöhnlich hohen N-Verluste durch den Kot. Von den 32.4 g zugeführten Eiweisses erscheinen 32.2 g im Kot (umgerechnet aus dem N-Gehalt der Faeces), oder von 66.7 g Nahrungseiweiss treten 42.8 g im Kot auf! Die Versuche von *Hindhede* haben eine eingehende Kritik durch *J. Christiansen* erfahren, worauf hier hingewiesen werden soll (*Joh. Christiansen*, Arch. für Hygiene und Bakteriologie *118;* 261; 1937. — Münchner med. Wschr. *1934;* 986; 1139; 1548; 1860). Der nähern Erforschung

des Problems einer rationellen Eiweissversorgung des Menschen können leider die Versuche von *Hindhede* nicht sehr viel beitragen.

Wertvoller sind die Ergebnisse von *Chittendens* (2) Versuchspersonen. *Chittendens* Selbstversuche mit der eiweissarmen Kost sind nicht sehr überzeugend, weil *Chittenden* damals bereits im fortgeschrittenen Alter stand und unter manchen Krankheiten litt. *Chittenden* unterliess es aber nicht, die an sich gemachten Erfahrungen an einer Anzahl junger und gesunder Personen zu kontrollieren. Die Versuchsdauer betrug 5 bis 9 Monate, wobei die einzelnen Personen voll leistungsfähig blieben und N-Gleichgewicht aufwiesen. Ueber die Grösse der N-Ausscheidung im Harn der einzelnen untersuchten Personen orientiert folgende tabellarische Uebersicht.

N-Ausscheidung im Harn der Versuchspersonen von

Chittenden:

I Gruppe der Intellektuellen			II Sportsleute			III Sanitätssoldaten der amerikanischen Armee		
Körpergewicht kg	N im Harn in g	Entsprechend einer Eiweissaufnahme von g	Körpergewicht kg	N im Harn in g	Entsprechend einer Eiweissaufnahme von g	Körpergewicht kg	N im Harn in g	Entsprechend einer Eiweissaufnahme von g
57	5.69	35.56	71	9.37	58.56	62	7.42	46.36
70	6.53	40.81	61	10.41	65.06	59	7.03	43.94
65	7.43	46.44	78	8.88	55.50	60	7.26	45.37
65	8.99	56.19	83	9.04	56.50	58	8.17	51.06
61.5	8.58	53.62	62	7.47	46.69	60	8.39	52.44
			56	7.58	47.37	53	7.13	44.56
			73	10.09	63.06	71	8.91	55.69
			75	11.06	69.12	72	7.84	49.00
						62	8.05	50.31
						59	7.38	46.12
						55	8.25	51.56
						65	8.08	50.50
						57	8.61	53.81

Professor Russel *Chittendens* Selbstversuch hat in ärztlichen Kreisen Anhänger gefunden und wir verfügen über einige weitere Selbstversuche von Aerzten mit eiweissarmer Ernährung. Gut bekannt sind die Selbstversuche von *C. Röse* (4), von *E. Schmid*, *B. Süsskind*.

Dr. *C. Röse* ernährte sich seit dem Jahre 1915 eiweissarm. Während einer 15jährigen Zeitperiode (1915 bis 1930) nahm er täglich 38 bis 40 g Eiweiss auf. Im Anschluss daran führte er einen 4 Jahre dauernden Selbstversuch bei nur geringer Eiweisszufuhr durch. Die Kost war zeitweise sehr einfach zusammengesetzt und bestand vorwiegend aus Kartoffeln, Butter, Wirsing. Die dabei täglich aufgenommene Eiweissmenge von 23 g erwies sich nach 7 Monaten als ungenügend. Der Speisezettel wurde durch

Beigabe von verschiedenen Milchprodukten, Gemüsearten, Früchten u. a. erweitert. Während dieser Periode betrug die tägliche Eiweisszufuhr 27 bis 28 g. Diese Proteinmenge reichte bei *Röse* sowohl für die Aufrechterhaltung einer befriedigenden Gesundheit und für sportliche Leistungen, wie Bergsteigen, aus. Auf Grund der persönlichen Erfahrungen nimmt *Röse* an, dass der sogenannte Sicherheitsfaktor in der Eiweisszufuhr bloss 5 bis höchstens 8 g über dem wahren Eiweissminimum betragen kann.

Die Versuche von *C. Röse* wurden zur Aufstellung einer neuen Theorie der Eiweissernährung verwertet (vgl. *R. Berg*) (5), wonach sich ein tiefes physiologisches Eiweissminimum nur bei einem Basenüberschuss in der Gesamtkost erzielen lässt. Insbesondere soll es auf ein bestimmtes Verhältnis zwischen Natrium, Kalium und Kalzium ankommen. Bei « Säureüberschuss » in der Kost soll der Eiweissbedarf des Körpers anwachsen. Die Vorstellung von der grossen Bedeutung eines Basenüberschusses für den Eiweissumsatz hat wenig Anhänger gefunden und darf vorläufig als nicht bewiesen gelten (*Jansen* (6), *Geil* (7) (bei *Grafe*), *Süsskind* (8) u. a.).

Besonderes Interesse verdient der Selbstversuch des Arztes *E. Schmid* (9), und zwar sowohl wegen des Versuchsverlaufes wie wegen der von *Schmid* daraus gezogenen Schlussfolgerungen. Der Versuch dauerte 2 Jahre und beruhte auf der Anwendung zwar einer relativ proteinarmen (30 bis 40 g Eiweiss pro Tag), dafür aber hochwertigen Kost. Die Hauptnahrung bestand aus roher Vorzugsmilch, Kartoffeln hoher Qualität, frischer, hochqualifizierter Butter, Früchten, Fruchtsäften, Gemüsen, frischgepresstem, erstklassigem Erdnussöl, mit einem durchschnittlichen täglichen Gesamtenergieinhalt der Kost von 2400 Kalorien. Die täglich zugeführte Milchmenge schwankte zwischen 100 und 600 ccm, die Buttermenge zwischen 100 und 150 g. In einer einzigen Versuchsperiode mit einer täglichen Aufnahme von 500 ccm Milch ging die Buttermenge auf 20 g herunter; es wurden während dieser Zeit 20 g Oel täglich aufgenommen. Dr. *Schmid* hat sich während dieser 2 Jahre sportlich intensiv betätigt, machte Hochtouren (Monte Rosa und Jungfrau) und blieb bis zuletzt voll leistungsfähig. Gegen Ende der 2jährigen Versuchsdauer nahm die Leistungsfähigkeit etwas ab, und es stellte sich ein erhöhtes Schlafbedürfnis ein. Die Schlussfolgerung von Dr. *Schmid* geht nun dahin, dass « bei andauernd eiweissarmer Kost der Körper Veränderungen erleide, die zu Lasten der Erholungsfähigkeit gehen und die vitalen Reserven beanspruchen müssen ». Dr. *Schmid* empfiehlt eine Eiweisszufuhr von 60 bis 80 g pro Tag. Die Selbstbeobachtungen von Dr. *Schmid* ergaben u. a. eine weitere Bestätigung der Tatsache, dass bei einer längerdauernden verminderten Eiweissernährung der Uebergang zur eiweissreicheren Kost nur allmählich erfolgen kann. Plötzliche Erhöhungen der Eiweisszufuhr bringen gewöhnlich deutliche Schädigungen mit sich.

Dass man in Ernährungsfragen nicht schematisieren darf und dass sich nicht jede einzelne Person auf eine eiweissarme bzw. speziell zu-

sammengesetzte Ernährung umstellen kann (oder umstellen soll), beweist ein weiterer Selbstversuch eines Arztes. Es ist dies der bekannte Versuch von Dr. *Süsskind* (8), der schliesslich zu einem Zusammenbruch der geistigen und physischen Leistungsfähigkeit führte.

Süsskind überwachte seine Kost 5 Jahre lang und nahm dabei grösstenteils eine eiweissarme, zeitweise aber auch eine fast normale Kost auf. Die Ernährung war in den spätern Perioden des Versuches vorwiegend laktovegetabil, doch wurden von Zeit zu Zeit auch kleinere Fleischmengen aufgenommen. Die Vitaminzufuhr in Form von rohen und gekochten Gemüsearten sowie in Form von rohem Obst war reichlich.

Der Eiweiss-Fett-Kohlehydratgehalt der von *Süsskind* verwendeten Kost ist in folgender Tabelle zusammengefasst:

	Eiweiss g	Fett g	Kohlehydrat g	Kalorien
1926	44	120	246	2305
1927	43	132	239	2384
1928	54	117	253	2347
1929	57	94	286	2280
1930	64	59	390	
1930	89—96	128—129	246—396	2564—3208
1931	62—92	46—95	356—422	ca. 2800 (Mittelwert)

In den Jahren 1930/31 nahm *Süsskind* als Beilage Rohrzucker auf (58 bis 143 g täglich). Er erzielte mit einer Kost, die etwa 90 g Eiweiss, ca. 90 g Fett, ca. 350 bis 400 g Kohlehydrate (einschliesslich den Rohrzucker) enthielt, ein dauernd ansteigendes Körpergewicht (von 59.7 auf 66.4 kg), doch, wie er berichtet, keine befriedigende Besserung des allgemeinen Körperzustandes. Es spielen hier individuelle Momente eine entscheidende Rolle, denn mit der zuletzt von *Süsskind* benutzten Kostform können sehr viele Leute gut auskommen.

Ältere und neuere Ansichten über die Höhe des Eiweissbedarfes des Menschen

Man ist in der Ernährungsphysiologie begreiflicherweise genötigt, gewisse zahlenmässig zusammengefasste Vorschläge für die Aufnahme von Eiweiss, Kohlehydrat, Fett, Vitaminen, Mineralsalzen, Wasser zu machen. Man bleibt sich dabei bewusst, dass vom wissenschaftlichen Standpunkte aus diese Zahlen nur einen relativen Vergleichswert haben, und besonders gilt dies für die Angaben der sog. Minimumquantitäten irgend eines Nahrungsbestandteiles, z. B. des Eiweisses. Die Höhe des Eiweissminimums richtet sich nach einer grossen Zahl von Nebenfaktoren, nach der Natur der Nahrungseiweisskörper, ob pfanzlich oder tierisch, ferner, ob voll-, mittel-

oder minderwertige Eiweisskörper aufgenommen werden, und in welchem Verhältnis dieselben zueinander stehen. Es kommt beim Eiweissminimum auch darauf an, *was* und *wieviel* von den nichteiweissartigen Produkten hinzukommt, d. h. was und wieviel Kohlehydrat, Fett, Vitamin- und Mineralsalzträger zugleich vertreten sind. *Cuthbertson* (10) und Mitarbeiter, sowie *Larson* (11) und *Chaikoff* (11) wiesen letzthin erneut auf die engen Beziehungen zwischen dem Eiweiss- und dem Kohlehydratumsatz hin. Es kommt sogar bei der Eiweissverwertung darauf an, ob das Protein und das Kohlehydrat gleichzeitig oder hintereinander und in welchem Zeitabstand voneinander genommen werden.

Beim Eiweissminimum sind ferner jahreszeitliche, klimatische, soziale und nicht zuletzt individuelle Faktoren zu berücksichtigen. Es darf daher eher von Eiweissminima als von einem Eiweissminimum gesprochen werden. Im Gegensatz zu früher, als der Begriff des Eiweissminimums geprägt wurde, weiss man heute, dass es auch ein Fettminimum, ein Eisenminimum, ein Vitaminminimum usw. gibt, und dass diese einzelnen Minima in einer Abhängigkeit voneinander stehen.

All die Faktoren, welche das Eiweissminimum beeinflussen, machen sich natürlich auch beim täglichen Eiweissbedarf geltend. Deshalb wird derselbe verschieden hoch eingeschätzt. Im allgemeinen darf gesagt werden, dass die heute von der Physiologie als genügend angesehenen Eiweissmengen bedeutend tiefer liegen als vor 50 bis 60 Jahren, und dass die Tendenz zur Einschränkung der Eiweisszufuhr vor Ausbruch des Krieges 1939 noch nicht ihren Tiefpunkt erreicht hat.

Die zu Ende des vorigen Jahrhunderts als allgemein gültige Eiweisszahl von *Voit* (28) mit 120 g Nahrungs-, bzw. mit 105 g verdautem Eiweiss wird heute nicht mehr aufrecht erhalten. *Voit* (14) berichtet im Jahre 1881, dass nach den Erhebungen von *Bowie* (15) ein kräftig gebauter Mann nicht imstande sei, sich mit weniger als 118 g Eiweiss im Stickstoffgleichgewicht zu erhalten. Für die Fachwissenschaftler unserer Zeit gilt die Zahl von 118 g Eiweiss pro Tag eher als Maximum und keinesfalls als Minimum. Die ältere Literatur über diese Frage haben *F. Bertram* (12) und *Bornstein* (1928) (12) sowie *O. Kestner* (1930) (13) besprochen, und es mag diesbezüglich auf diese Zusammenstellungen hingewiesen werden. *Bertram* und *Bornstein* nehmen an, dass das Eiweissminimum des 70 kg schweren Mannes um 80 g Eiweiss liegt, während *Kestner* 100 g und bei biologisch hochwertigem Eiweiss 75 bis 81 g Protein pro Tag verlangt.

N. Zuntz (1918) (16) kommt bei der Behandlung der Frage des Eiweissbedarfes zum Schlusse, dass 60 g verdautes Eiweiss für den Erwachsenen genügen. Diese Zahl konnte sogar unter Umständen herabgesetzt werden.

H. C. Sherman (1920) (17) stellte die in der damaligen Literatur niedergelegten 109 Versuche an 47 verschiedenen Individuen (39 Männer und 8 Frauen) über deren Eiweissbedarf zusammen. Die Versuche wurden von 25 in verschiedenen Städten bzw. Ländern lebenden Forschern durch-

geführt. Im Durchschnitt ergab sich ein Eiweissumsatz von 44.4 g pro 70 kg Körpergewicht, mit einer Schwankungsbreite von 21 bis 65 g Eiweiss. *Sherman* möchte als Durchschnittswert 0.5 g Eiweiss pro kg, d. h. 35 g Eiweiss für einen Menschen von 70 kg als ausreichend annehmen. An einer andern Stelle seines bekannten Buches (l. c. S. 511) führt er an, dass der Bedarfswert gewöhnlich um 100% überschritten wird und dass vielfach 1 g Eiweiss pro kg Körpergewicht als Norm angesehen wird.

E. Grafe (1923) (7) schliesst sich der Ansicht von *Rubner* an, wonach für den erwachsenen Menschen 90 g Eiweiss pro Tag wünschenswert sind.

Nach *Graham Lusk* (1928) (18) kann nicht in Abrede gestellt werden, dass die menschliche Maschine mit 50 g Eiweiss (ca. 8 g Stickstoff) in gutem Zustande erhalten werden kann. Er weist darauf hin, dass Vegetarier sowie Leute, welche sich vorwiegend von Früchten und Nüssen ernähren, mit dieser Eiweissmenge gut auskommen und gesund bleiben.

A. Durig (1929) (19) ist der Ansicht, dass eine Eiweissmenge von 80 g und etwas darüber der optimalen Versorgung entspricht und « dass sehr niedere Eiweisszufuhren, die unter 40 g bei einem Erwachsenen herabrücken, nur unter ganz besonderen Bedingungen zureichend sind ».

M. Rubner (1930) (20) versuchte an Hand von statistischen Angaben den Nahrungsverbrauch des Menschen in den verschiedenen Erdteilen miteinander zu vergleichen und findet dabei einen täglichen Durchschnittswert von 85.4 g Eiweiss pro Kopf der Bevölkerung. Die Zahlen beziehen sich auf ein durchschnittliches Körpergewicht eines Individuums von 45 kg. Bei einer Umrechnung auf ein Körpergewicht von 70 kg gelangt man zu einer täglichen Eiweissaufnahme von 132.9 g. Als Mittelwert dürfte diese Zahl viel zu hoch sein.

F. G. Hopkins (1935) (21) ist der Ansicht, dass 100 g Eiweiss eher einen Ueberschuss bedeuten. Er fand, dass Studenten mit ca. 80 g Eiweiss gut auskommen, allerdings bei Aufnahme reichlicher Mengen hochwertiger Eiweisskörper.

Die bis jetzt niedersten Werte für den Eiweissbedarf des Menschen gibt *E. Terroine* (1936) (22) in einem Bericht an die Hygiene-Kommission des Völkerbundes an. Bei seinen Studien über den endogenen Eiweißstoffwechsel deckte *Terroine* einfache Beziehungen zwischen dem Körpergewicht und der Höhe des Eiweissumsatzes auf. Dieses Verhältnis, Körpergewicht : Eiweissabbau, gilt in gleicher Weise für Mensch und Tier und erlaubt eine Voraussage des Eiweissumsatzes des betreffenden Individuums. *Terroine* schreibt darüber: « Chez l'homme, les besoins protéiques sont toujours très faibles: la dépense d'entretien est infime puisqu'elle ne dépasse certainement pas 3 g d'azote, soit 18.75 g de protéines par jour chez un sujet de 70 kg. » *Terroine* legt besonderen Wert auf eine rationelle Befriedigung des Energiebedarfes und ist der Ansicht, dass auch Pflanzeneiweiss, ergänzt durch Milch, Fleisch, tierische Organe usw. als ausreichende Quelle dienen kann. Direkte Angaben über die zweckmässige Höhe des

Nahrungseiweisses werden nicht gemacht. Bei der üblichen Annahme einer 100%igen Sicherheit in der Eiweissversorgung würde man unter Zugrundelegung der Zahlen von *Terroine* zu einer Eiweissmenge von 37.5 g, rund etwa 40 g Eiweiss kommen.

Die *Hygiene-Kommission* des *Völkerbundes* (1936) vertritt den Standpunkt, dass die Eiweissaufnahme des erwachsenen Menschen nicht unter 1 g pro kg sein soll. Es sollen verschiedene eiweisshaltige Produkte aufgenommen werden, ein Teil des Nahrungseiweisses soll tierischen Ursprunges sein. Während der ersten Monate der Schwangerschaft braucht die Eiweisszufuhr nicht erhöht zu werden, vom 4. Schwangerschaftsmonat bis zur Geburt sollen 1.5 g Eiweiss pro kg Körpergewicht zugeführt werden. Kinder und Jünglinge bis zum Abschluss des Wachstums müssen mehr Eiweiss bekommen.

Bei einem Kind von 1 bis 3 Jahren müssen auf das Kilogramm							
Körpergewicht					3.5	g	Eiweiss entfallen
zwischen	3	bis	5	Jahren . .	3	g	»
»	5	»	12	» . .	2.5	g	»
»	12	»	15	» . .	2.5	g	»
»	15	»	17	» . .	2	g	»
»	17	»	21	» . .	1.5	g	»
von da an genügen					1	g	» pro kg Körpergewicht

Diese Abhängigkeit des Eiweissbedarfes von dem wechselnden Zustand des Körpers geht übrigens aus einer ausgedehnten experimentellen Untersuchung von *Slonaker* hervor. Es wurde dabei nachgewiesen, dass je nach dem Alter des Tieres und je nach den physiologischen Anforderungen an den Gesamtorganismus bald eine eiweissärmere, bald eine eiweissreichere Kost das Optimum darstellt. Dieser Zusammenhang zwischen Eiweissbedarf, jeweiliger Körperfunktion, Alter des Individuums usw. wurde in der Literatur nicht immer voll gewürdigt. Die wichtigeren Ergebnisse der Untersuchungen von *Slonaker* sind in der Tabelle auf Seite 26 wiedergegeben.

Im Weltkrieg 1914 bis 1918 erwies sich die proteinarme Ernährung als schädlich; sie führte zu schweren Erkrankungen, die durch eine bessere Kost geheilt werden konnten. Für die Einschätzung des Eiweissminimums und des Proteinbedarfes des Menschen können aber diese Kriegserfahrungen nicht richtunggebend sein, denn damals mangelte es nicht nur an Eiweiss, sondern auch an Fett, Vitaminen, Mineralsalzen, hochwertigem Protein usw.; d. h. das Zusammentreffen einer Anzahl von Faktoren, welche die Ernährung vollkommen unphysiologisch gestalteten und welche die Bedeutung jedes einzelnen Nahrungsbestandteiles gar nicht erkennen lassen konnten.

Ein Rückblick auf die Aeusserungen der massgebenden Vertreter der Ernährungsforschung zeigt neben den einzelnen Abweichungen auch einen gemeinsamen charakteristischen Zug — die Forderung nach geringeren Eiweissmengen als im vorigen Jahrhundert. Nicht nur 120 g, auch 100 g

Einfluss des wechselnden Eiweissgehaltes der Nahrung auf die verschiedenen Lebensfunktionen

Versuchstiere: Ratten. — Zusammengestellt auf Grund der Ergebnisse von

J. R. Slonaker[1])

American Journal of Physiol. Bd. 96; S. 5471; 557; 1931. — Bd. 97, S. 15; 322; 573; 626; 1931. — Bd. 98, S. 266; 1931

	10 % Eiweiss	14 % Eiweiss	18 % Eiweiss	22 % Eiweiss	26 % Eiweiss
Körpergewicht		optimal			am geringsten
Lebhaftigkeit		optimal			minimal
Lebensdauer		maximal			minimal
Fruchtbarkeit		optimal			minimal
Dauer der Fortpflanzungsfähigkeit in den spätern Lebensabschnitten		optimal			minimal
Zahl der Geburten		am grössten			am geringsten
Zahl der Neugebornen		maximal			minimal
Sterblichkeit der Jungen während der Stillperiode		minimal			maximal
Wachstum der Jungen während der Stillperiode	am geringsten				am besten
Befinden der Mütter und der Jungen während der Säugeperiode	weniger gut			optimal	optimal
Schädigungen des Verdauungsapparates (nur bei weiblichen Tieren)	maximal				
Ovarial- und Mammatumoren	viel	viel	viel	wenig	wenig

[1]) Vergl. Abelin, I; Allgemeine Ernährungsfragen, Schw. Med. Jahrbuch 1933, Basel.

Eiweiss pro Tag werden für den nicht übermässig beanspruchten Körper kaum verlangt. Mit 40 bis 60 g Eiweiss dürften die meisten Menschen bei einer abwechslungsreichen, das tierische und pflanzliche Protein berücksichtigenden Kost ohne Schaden auskommen. Mehr als 1 g Eiweiss pro kg wird heutzutage kaum als notwendig angesehen. Im Zeitalter des Sportes weist eher die Höhe als die Masse des Körpers eine Tendenz zur Zunahme auf. Das durchschnittliche Körpergewicht ist heute eher niedriger als früher, und eine tägliche Aufnahme von $\pm$ 60 g Eiweiss pro Tag dürfte der Forderung nach 1 g/1 kg ungefähr entsprechen. Es darf aber nicht bestritten werden, dass bei einer bestimmten Gestaltung der Kost, wie z. B. bei einer vermehrten Kohlehydrataufnahme und bei der Wahl höher-

wertiger Proteinvertreter auch geringere Eiweissmengen, d. h. etwa 40 g und sogar darunter für lange Zeiten sich als ausreichend erweisen können. In diesem Fall kommen wir auf eine Zahl, die etwas mehr als 0.5 g/1 kg entspricht, manche Autoren neigen sogar, unter bestimmten Voraussetzungen dazu, die Zahl von etwa 0.5 g/1 kg als genügend zu betrachten. Die in unserem Versuch an Rhyn ermittelte Eiweissmenge entspricht ungefähr dem Wert von 0.5 g pro Kilogramm.

Dieser Schlussfolgerung widersprach *Süsskind* im Jahre 1928. In Selbstversuchen erwiesen sich bei ihm diese Eiweissmengen als unzureichend. *Süsskind* (23) ernährte sich 9 Monate lang mit 0.69 g Eiweiss pro Kilogramm bei einer Gesamtkalorienzufuhr von 41 pro Kilogramm Körpergewicht. 22% des aufgenommenen Eiweisses waren biologisch hochwertig. Darauf folgte eine zuerst 11 und später weitere 5 Monate dauernde Ernährungsperiode mit 0.55 g bzw. 0.58 g Eiweiss und mit 42 bzw. 45 Kalorien pro Kilogramm. Vom aufgenommenen Eiweiss waren jetzt 8 bis 9% biologisch hochwertig. Im Laufe von 25 Monaten nahm *Süsskind* täglich *durchschnittlich* 0.61 g Eiweiss und 43 Gesamtkalorien pro Kilogramm auf. Im Mittel waren bloss 13% des Nahrungseiweisses biologisch hochwertig. *Süsskind* schliesst die Beschreibung des Selbstversuches mit dem Satz: « Körperlich zum Wrack geworden, brach ich schliesslich am 30. Dezember 1925 den Versuch ab. » Dieser Ausgang des Versuches mit der eiweissarmen Ernährung hat natürlich verschiedene Ursachen, die sich aus der Veröffentlichung von *Süsskind* nicht ohne weiteres ableiten lassen. Es dürften dabei objektive und subjektive Momente eine Rolle gespielt haben. Objektiv fällt die Beschaffenheit der Kost auf. Als Hauptnahrungsquellen dienten getrocknete Pflaumen, Kastanien, Feigen, Baum- und Erdnüsse, ferner Apfelsinen, Aepfel, Tomaten, Möhren usw. Daneben wenig Brot, Kartoffeln, Butter, keine Milch; das Eiweiss war also rein vegetabilischen Ursprungs. Als subjektive Faktoren sind in Betracht zu ziehen, dass *Süsskind* zu Beginn des Versuches im Alter von 31 Jahren 52 kg wog und 1.6 m hoch war. Die beschriebenen Herz- und Darmschäden, die Muskelzuckungen, die Zahnfleischblutungen u. a. m. lassen auf eine geschwächte Konstitution schliessen. Aus einem derartigen Versuch können zwar sehr nützliche, aber keinesfalls irgendwie allgemein gültige Schlüsse gezogen werden.

Die Annahme *Süsskinds* (8), dass selbst 1 g Eiweiss pro 1 kg Körpergewicht nicht ausreicht, und zwar auch dann nicht, wenn 70% dieses Eiweisses hochwertig sind — mag vielleicht in vereinzelten Fällen und bei besonderer Beschaffenheit der Kost mitberücksichtigt werden, eine allgemeine Gültigkeit kommt ihr nicht zu. Auf jeden Fall steht sie im Widerspruch mit den Erfahrungen der meisten Ernährungsphysiologen.

Wie jeder andere Versuch mit einem Eiweissminimum bzw. mit knapper Ernährung, sind auch die Erfahrungen von *Rhyn* in dem Sinne zu deuten, dass selbst bei einer langdauernden Eiweissaufnahme von 30 bis 40 g mit

einem Gesamtkaloriengehalt von etwa 1600 bis 1800 sichtbare Ernährungsschäden ausbleiben können. Wie erwähnt, muss das individuelle Moment der grösseren oder geringeren Anpassungsfähigkeit voll in Berücksichtigung gezogen werden. Daher lassen sich auch aus den Ernährungsversuchen an Einzelindividuen oder an einer beschränkten Anzahl von Personen keine weitgehenden Schlüsse für die allgemeine Beköstigung der Bevölkerung ziehen. Der Hauptwert der bisherigen Versuche mit einem Eiweiss- bzw. Kalorienminimum liegt in dem Nachweis der *Möglichkeit* einer solchen Ernährungsart für längere oder kürzere Zeitabschnitte und nicht etwa in deren allgemeinen *Zweckmässigkeit*. Diese Fragen bleiben noch vollkommen offen; dazu reicht auch das bisherige Versuchsmaterial keinesfalls aus. Ein weiterer Nutzen derartiger Experimente besteht in der Korrektur früherer, fest eingewurzelter Vorstellungen über den wahren Nahrungsbedarf des Menschen und über die dauernde Unentbehrlichkeit des tierischen Eiweisses, besonders des Fleisches. Im Gegensatz zu früher wird heutzutage kaum ernsthaft angenommen, dass vorwiegend oder ausschliesslich genossenes Pflanzeneiweiss zu einer Herabsetzung der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit führen muss. Die Erfahrung von *Rhyn*, der sich im Laufe von 7 Jahren ohne geringste Menge von Fleisch ernährt hatte, bestätigt dies ebenfalls. In dieser Hinsicht, sowie in bezug auf die Erforschung des Eiweissminimums, ist die von den einzelnen Forschern und Versuchspersonen geleistete Pionierarbeit als ein wissenschaftlicher Gewinn zu bezeichnen.

Die Kartoffel als Eiweiss- und Nährstoffquelle

In vielen Versuchen über das Eiweissminimum und den Eiweißstoffwechsel diente die Kartoffel als wichtiger Ernährungsfaktor (*Rubner*, *Hindhede*, *Röse*, *Terroine*, *Schmid*, *Rhyn* u. a.). Bei der grossen Bedeutung, welche der Kartoffel fast bei jeder Verknappung der Kost zukommt, sollen dieser Frage einige Bermerkungen gewidmet werden. Der Eiweissgehalt der Kartoffel ist nicht hoch und übersteigt selten den Wert von etwa 10 bis 15% (1.5 bis 2.5% N), im Durchschnitt beträgt er ca. 12%. Nach den Erfahrungen von *Rubner* (24) sind etwa 85 bis 90% des Kartoffeleiweisses gut verdaulich. Etwa 40 bis 50% des Kartoffel-N liegen nicht in Eiweissform vor, der Nicht-Eiweiss-Stickstoff verteilt sich auf verschiedene Aminosäuren, Säureamide, besonders Asparin u. a. Es mag sein, dass dieses gleichzeitige Vorkommen von Aminosäuren und Eiweiss den Nährwert des Kartoffel-N erhöht. Der hohe Kohlehydratgehalt derselben tritt zugleich als ein wichtiger Unterstützungsfaktor auf. Dieses Kohlehydrat wirkt, wie längst bekannt, eiweißsparend; die Kartoffel wird deshalb bei Versuchen über den endogenen Eiweissabbau mit Vorliebe benutzt. Ferner wird die spezifisch dynamische Wirkung des Kartoffel-

eiweisses durch den Kohlehydratreichtum der Knolle zum grossen Teil unterbunden. Von grosser Bedeutung ist ferner der relativ hohe C-Vitamingehalt der Kartoffel. Die wichtige Rolle der Kartoffel in der Volksernährung beruht somit auf dem Zusammentreffen einer Reihe günstiger Faktoren. *Rubner* (24) macht z. B. folgende Angaben über die Eignung des Kartoffel-N für die menschliche Ernährung. Danach lässt sich bei täglicher Zufuhr von 3600 Kalorien das N-Gleichgewicht des Körpers erzielen

mit 57 g Reineiweiss in Form von Kartoffeln,
» 61 g » » » » Reis,
» 81 g » » » » Weiss- oder Schwarzbrot,
» 90 g » » » » Mais.

Die biologische Wertigkeit der Kartoffel wird von *Thomas* (25) mit 78.9 angegeben (Milch 99.7, Reis 88.3). *Terroine* (l. c.) schätzt den biologischen Wert der Kartoffel auf 56 bis 80 (im Vergleich zur Milch mit 51 bis 99) ein. Bei der Beurteilung der Beziehungen der Kartoffel zum Eiweißstoffwechsel muss allerdings die nicht immer gute Ausnutzung derselben berücksichtigt werden. Die N-Abgabe durch den Kot schwankt zwischen 8.2 und 32.2% der N-Einnahme. Im Durchschnitt muss nach den Literaturangaben (26) damit gerechnet werden, dass 20% des Kartoffeleiweisses nicht resorbiert werden (durchschnittlich 25% des N beim Genuss von Kartoffeln in Stücken, 15% bei Aufnahme von Kartoffelbrei).

Eiweissminimum und Kriegsernährung

Spielt nun in Friedenszeiten die Frage nach der Höhe des Eiweissminimums keine so entscheidende Rolle, so wird sie bei Verknappung der Nahrungsquellen zu einem brennenden Tagesproblem. Der Grund dafür liegt in der Unentbehrlichkeit und der schweren Beschaffung des Eiweisses (wie übrigens auch des Fettes). Zudem gibt es in der Bevölkerung zahlreiche Kategorien, bei denen sich eine starke Einschränkung der Eiweisszufuhr besonders nachteilig erweist. Dazu gehören Kinder, werdende Mütter, stillende Frauen, genesende Leute, Schwerarbeiter u. a. m. Für all diese und ähnliche Fälle gibt es natürlich ebenfalls ein Eiweissminimum, dasselbe übertrifft aber beträchlich das übliche Eiweissminimum. Die Kernfrage, wie weit die Eiweisseinschränkung physiologisch noch verantwortet werden kann, lässt sich nicht generell beantworten, da es in jedem Spezialfall auf die Gesamtzusammensetzung der Kost ankommt. Es wurden oben die Ansichten der verschiedenen Ernährungsforscher über das Eiweissminimum angeführt. Diesen Angaben kann entnommen werden, dass im grossen ganzen eine Eiweisszufuhr von 0.5 g pro Kilogramm Körpergewicht keine wesentlichen Gefahren für die Gesundheit in sich birgt, wenigstens nicht für beschränkte Zeitabschnitte, wie etwa ½ Jahr oder 1 Jahr und sogar darüber. Besteht noch die Möglichkeit einer zwar eingeschränkten,

aber doch noch ausreichenden Versorgung mit Kohlehydraten, ist es noch möglich, der Bevölkerung wenigstens teilweise hochwertiges Eiweiss in Form von Voll- oder Magermilch, Voll- oder Magerkäse, etwas Fleisch, tierische Organe u. dgl. zur Verfügung zu stellen — geht auch die Fettzufuhr nicht unter 50 g pro Tag herunter, und stehen noch gewisse Mengen von rohen Vegetabilien und Früchten zur Verfügung —, dann wird voraussichtlich ein erheblicher Teil der Bevölkerung eine Herabsetzung der Eiweisszufuhr auf die Hälfte der bis jetzt üblich gewesenen Menge ohne wesentlichen Schaden ertragen. Man würde in diesem Fall auf eine Eiweissmenge von 35 bis 40 g, an Stelle von 70 bis 80 g, pro Tag kommen. Die Lage wird dann bedrohlich, wenn sich dem Eiweissminimum starke Einschränkungen in der Zufuhr der übrigen Nährstoffquellen (hochwertiger Kohlehydrate, Fette, Vitamine) hinzugesellen. Unter diesen Umständen bedeutet ein Unterschreiten des Eiweissminimums von mindestens 40 g pro Tag eine Gefahr für Gesundheit und Leistungsfähigkeit. Diese Zahl *(die für die allgemeine Anwendung nur als eine Notmassnahme zu betrachten ist)* bedeutet etwa ⅓ der früher für Friedenszeiten geforderten Eiweissmenge von 120 g Eiweiss pro Tag. Bei Parallelen auf dem Ernährungsgebiete muss das historische Datum, genauer gesagt, der wechselnde Gesamtaufbau der Kost voll berücksichtigt werden. Je besser die Kost an die (im Laufe der Jahrzehnte ebenfalls wechselnden) Bedürfnisse des Körpers angepasst ist, desto kalorien- und eiweissärmer kann sie sein. Und eine Verpflegung ist desto voluminöser, je unzweckmässiger sie beschaffen ist. Die hohen Eiweisszahlen von *Liebig* und *Voit* stützen sich zu einem grossen Teil auf Untersuchungen der damaligen Arbeiter-, Gefängnis- und Fürsorgekost. *Liebig* beschreibt die Kost eines Brauereiarbeiters bei sehr schwerer Arbeit des Sudes (27). Der Mann nahm im Tag 190 g Eiweiss, 73 g Fett und 599 g Kohlehydrate auf. Die 190 g Eiweiss setzten sich aus 42 g Brot- und 148 g Fleischeiweiss zusammen. Die 599 g Kohlehydrate verteilten sich auf 224 g in Form von Brot und 375 g in Form von Bier.

Ein 69.5 kg schwerer Mann nahm in den Versuchen von *Pettenkofer* und *Voit* (28) an einem Nichtarbeitstag auf:

Fleisch	139.7	g
Eiereiweiss	41.5	g
Milch	500.0	g
Brot	450.0	g
Bier	1025	ccm
Schmalz	70	g
Butter	30	g
Stärkemehl	70	g
Zucker	17	g
Kochsalz	4.2	g
Wasser	286.3	g

Die Bilanz dieses Versuches war:

	Zufuhr	Zersetzung	Ansatz
Eiweiss	137 g	137 g	0
Fett	117 g	52 g	65 g
Kohlehydrate	352 g	352 g	0

An Arbeitstagen erfuhr diese Kostzusammensetzung nur unwesentliche Verschiebungen, es wurden bloss etwas mehr Fleisch- und Eiereiweiss und etwas mehr Bier genommen. Vom heutigen Ernährungsstandpunkte aus fallen die Ueberladung mit Fett, Brot, alkoholischen Getränken, sowie das vollständige Fehlen von Gemüsearten, Salaten, Früchten auf. Es ist anzunehmen, dass dieser Mann zu Hause eine nicht so beschaffene, aber vielleicht noch unzweckmässiger zusammengesetzte Kost erhielt. Die von *Voit* untersuchte Münchener Gefängniskost enthielt 87 bis 104 g Eiweiss, 22 bis 38 g Fett und 305 bis 521 g Kohlehydrat, kann also, zahlenmässig betrachtet, mit Ausnahme einer gewissen Fettknappheit, mehr oder weniger normal bezeichnet werden, war aber in Tat und Wahrheit wegen der Ueberladung mit Brot und Kartoffeln ausserordentlich unbefriedigend. Für nichtarbeitende Gefangene schlägt *Voit* selber folgende Kostzusammensetzung vor: 85 g Eiweiss, 30 g Fett und 300 g Kohlehydrate mit rund 1900 Kalorien, d. h. eine Ernährungsart, welche in Gramm ausgedrückt, einer modernen Beköstigung nahekommt, doch aber ihrer unrationellen Zusammensetzung wegen von *Voit* selber scharf beanstandet wurde. Diese und ähnliche Vergleiche der früheren und der gegenwärtigen Essgewohnheiten lassen eine Tendenz der Menschheit deutlich in Erscheinung treten, nämlich mit weniger Nahrung mehr Nährwert aufzunehmen. Aus diesem Grunde wird auch die Höhe des physiologischen Eiweissminimums heute tiefer als früher eingeschätzt.

Zusammenfassung

1. Ein 48jähriger Arzt ernährt sich seit 7 Jahren eiweiss- und kalorienarm. Die tägliche Nahrung enthält etwa 30 bis 40 g Eiweiss und rund 1600 bis 1800 Kalorien. Auf die Aufnahme von Fleisch und Fleischprodukten sowie von tierischen Organen, wie Leber, Niere, Gehirn usw. wurde ganz verzichtet. Von tierischem Eiweiss wurden bloss durchschnittlich etwa 80 ccm Milch pro Tag genommen, Käse kam selten und in geringen Mengen zur Anwendung. Den Hauptbestandteil der Kost bildeten Kartoffeln, Gemüsearten, frische Früchte, Salate usw. Als Fettquelle diente meist Arachidöl; Butter wurde nur in kleinen Mengen genossen. Der tägliche Brotverbrauch war gering und schwankte zwischen 0 und 150 g. Es wurde dauernd auf möglichste Abwechslung und auf schmackhafte Zubereitung der Kost sehr grosses Gewicht gelegt.

2. Trotz der relativen Einseitigkeit und Eiweissarmut der Kost reichte dieselbe für die Aufrechterhaltung einer normalen, sowohl physischen wie psychischen Leistungsfähigkeit, wie intensives Studium, Militärdienst, ärztliche Tätigkeit, leichtere Sportübungen usw. aus. Besondere Krankheitserscheinungen traten während der ganzen Versuchsdauer kaum auf, und auch das Körpergewicht erlitt praktisch keine Veränderung. Der Grundumsatz war während der ersten Jahre des Ueberganges zur eiweissärmeren Ernährung um durchschnittlich 20% erniedrigt, gleichte sich aber später aus und ist gegenwärtig normal. Die chemische Beschaffenheit des Blutes wie der Gehalt an Gesamteiweiss, Albumin, Globulin, Rest-N, Chloriden, Harnsäure, anorganischem Phosphor, Hämoglobin usw. war normal. Die Zahl der roten Blutkörperchen war etwas geringer als erforderlich. Ferner bestand zeitweise eine nicht aufgeklärte Eosinophilie, die aber spontan verschwand. Die Chlorausscheidung im Harn war geringer als gewöhnlich und betrug 3 bis 5 g pro Tag.

3. Im Zusammenhang mit bereits bekannten ähnlichen Experimenten beweist dieser mehrjährige Versuch die grosse Anpassungsfähigkeit des gesunden menschlichen Körpers an sehr verschiedene Kostformen und rollt nochmals die Frage nach dem sog. Eiweissminimum auf. Wie es scheint, kann der Mensch bei sonst rationeller Beschaffenheit der Kost und bei stärkerer Heranziehung von rohen Naturprodukten auch mit geringeren Eiweissmengen, als bisher allgemein angenommen, auskommen.

4. Eine Kriegs- bzw. Notернährung ist ihrem Wesen nach eine eiweissarme Ernährung. Ihre Hauptgefahr besteht weniger in dem relativen Eiweissmangel, als in der Erschwerung bzw. Unmöglichkeit eines zweckmässigen Ausgleiches des Eiweissausfalles. Gelingt aber ein solcher Ausgleich durch andere zweckentsprechende Nährstoffquellen, so braucht die Eiweisseinschränkung nicht eo ipso Gesundheitsschäden herbeizuführen. In diesem Sinne sprechen manche Angaben der Literatur sowie die langjährigen Erfahrungen des vorliegenden Selbstversuches.

Diese Arbeit wurde unter Aufsicht von Herrn Prof. Dr. J. Abelin ausgeführt. Für seine Anregungen, grossen Bemühungen und vielen guten Ratschläge, mit denen er meine Arbeit gefördert hat, wird Herrn Prof. Abelin bei dieser Gelegenheit der herzliche Dank ausgesprochen.

Der Verfasser.